

УДК 690.09

О.Н.БОЛОТСКИХ, И.И.КОБЗАРЬ, В.А.ПАНЧЕНКО, кандидаты техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассматриваются различные методы обследования бетонных и железобетонных конструкций. Определены характеристики измерений, а также область применения отдельных методов обследования.

Сведения о коррозионном состоянии конструкции необходимы для принятия решения об обеспечении заданного срока службы строительного объекта. Это касается особенно тех конструкций, которые будут использоваться после проведения ремонтных и восстановительных работ. Коррозионное состояние железобетонных конструкций оценивают путем натурных обследований и лабораторного исследования, отобранных из конкретных объектов образцов материалов, из которых они изготовлены.

Анализ последних исследований в области диагностики железобетонных конструкций, отражённый в [1, 2], позволяет сделать вывод, что натурные обследования подразделяются на предварительные, инструментальные и специальные. Они соответственно включают визуальный осмотр, использование неразрушающих методов контроля, применение частично разрушающих методов, не влияющих на эксплуатационную пригодность конструкций, а также проведение лабораторных (химических и физико-химических) анализов агрессивной среды и материалов конструкций. В зависимости от целей, характера, ответственности и сложности работ по обследованию конструкций к их проведению привлекаются службы смотрителей зданий, антикоррозионные службы, специалисты научно-исследовательских организаций.

Инструментальные обследования согласно [1] проводят с целью уточнения исходных данных, необходимых для выполнения расчёта несущей способности, а также коррозионного износа железобетонных элементов подлежащего ремонту строительного объекта. При этом устанавливают:

- прочность и однородность бетона;
- проницаемость и влажность бетона;
- толщину защитного слоя и глубину коррозии бетона;
- состав продуктов коррозии бетона;
- причины, характер и размеры трещин в бетоне;

наличие агрессивных для стальных элементов веществ (хлоридов, фторидов и др.);
вид, физико-механические свойства и степень коррозии арматуры, закладных деталей, состояние сварных швов и узлов сопряжения железобетонных элементов;
фактические нагрузки и иные эксплуатационные воздействия;
состояние противокоррозионной защиты.

Коррозия арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций может быть сплошной (равномерная и неравномерная), местной (язвы, пятна), точечной (питтинги), а также в виде коррозионных трещин. При определении состояния стальной арматуры и закладных деталей в процессе обследования выявляют характер коррозии арматуры, а также толщину продуктов коррозии. Толщина продуктов коррозии может быть установлена неразрушающим методом с помощью специальных приборов, выпускаемых в настоящее время. Для арматуры периодического профиля следует отмечать остаточную выраженность «рифов» после очистки стержней от продуктов коррозии.

Оценка коррозионного состояния стальной арматуры вызывает затруднения особенно в тех случаях, когда процессы коррозии стали, не достигли такой степени, когда наружная поверхность защитного слоя бетона железобетонных конструкций изменяет свои обычные, визуально наблюдаемые характеристики (цвет, дефектность и др.). В такой ситуации можно использовать электромагнитный метод обнаружения арматуры в железобетонных конструкциях с помощью специального прибора. Прибор основан на принципе взаимодействия электромагнитного поля с металлом под защитным слоем бетона и позволяет определить расположение и диаметр арматурных стержней (5-40 мм) при минимальном их шаге 100 мм и толщине защитного слоя до 100-150 мм.

По степени методической завершенности и длительности практического использования, наиболее надёжным и удобным является прибор «CANIN» швейцарской фирмы «Proceq», который впервые позволяет производить оценку степени коррозии арматуры под слоем сохранившегося бетона при непосредственном представлении информации на дисплее индикаторного блока. На дисплее одновременно представляются результаты 240 измерений. Большой объём памяти прибора (120000 измерений) позволяет производить измерения на площади около 4000 м². Специальные приспособления позволяют осуществлять работу с прибором на вертикальных и горизонтальных поверхностях строительного объекта.

О качестве бетона принято судить по величине прочности на сжатие, которая непосредственно связана с несущей способностью и долговечностью бетонных конструкций. Для оценки прочности на сжатие необходимо проводить испытания разрушающими методами. Наиболее эффективным прибором для определения прочности бетона строительных конструкций является молоток Шмидта [1, 2]. Принцип его действия при обследовании бетонных и железобетонных конструкций заключается в следующем: рабочий орган, так называемый «боек» молотка наносит удар по специально подготовленной гладкой и чистой бетонной поверхности с определенной энергией. При этом измеряется длина возвратного хода бойка, которая зависит от твердости бетона. С помощью переводных таблиц замеренную величину можно использовать для определения прочности бетона на сжатие. Молоток Шмидта впервые позволил измерить прочность бетона на сжатие в конструкциях непосредственно на месте проведения строительных работ или при определении технического состояния конструкций, эксплуатирующихся зданий и сооружений.

Для оценки прочностных и деформационных характеристик бетона используют также акустические методы, которые основаны на возбуждении упругих механических колебаний материала. По параметрам колебаний от ультразвуковых воздействий и условиям их распространения судят о таких параметрах железобетонных конструкций как прочность бетона и наличие в нём трещин. Причём, в отличие от склерометрических методов, наблюдения можно вести не только в поверхностном слое, но и в нижерасположенных слоях строительной конструкции (до 10 м). Кроме того, ультразвуковым методом можно определить толщину верхнего ослабленного коррозией слоя бетона, а в массивных объектах оценивать расположение зон различной плотности (проницаемости). Наличие арматуры не мешает применению ультразвуковых методов, если направление прозвучивания не пересекает арматурные стержни или каркасы.

Прочность бетона оценивают, прежде всего, в тех местах, где согласно схеме работы железобетонного элемента она имеет наибольшее значение: опорные участки и сжатая зона конструкций покрытий, места анкеровки арматуры, сжатые элементы конструкций ферм, колонн и т.п. При этом наряду с прочностью оценивают однородность бетона по плотности, наличию пустот и иных скрытых дефектов.

Для контроля за изменением ширины раскрытия трещин в бетоне и швов между железобетонными конструкциями до сих пор используют самый древний метод, который основан на наблюдении за изменением взаимного расположения пары фиксированных меток, нанесён-

ных на поверхность объекта по обе стороны наблюдаемой трещины или шва. При длительных наблюдениях применяют перекрывающие трещину или швы т.н. «щелемеры», которые по принципу действия аналогичны тензотрам.

Протяжённость, глубину и ширину устья трещин в железобетонных элементах замеряют в местах их максимального раскрытия и на уровне растянутой арматуры. Глубину трещин можно определять с помощью проволочных щупов и игл, а также ультразвуковым импульсным методом.

В процессе обследования отбирают образцы бетона и стали для проведения физико-механических и физико-химических исследований в лабораторных условиях. Для оценки степени агрессивных воздействий отбирают также пробы воздуха, воды, натечных образований и др. Количество образцов бетона, подлежащих дальнейшим физико-химическим исследованиям, должно составлять не менее трех. Кроме того, дополнительно отбирают образцы (не менее трех) на участках, где состояние конструкций отличается от состояния основного числа однотипных элементов. Если по результатам определения показателей (глубины нейтрализации, величины рН и т.д.) значения, установленные на основе испытаний трех образцов одной партии, отличаются между собой более чем на 30%, из этой конструкции дополнительно отбирают не менее шести образцов.

Отбор образцов бетона из существующих конструкций производится отколом, выпиливанием или высверливанием. Метод извлечения образцов назначают в зависимости от вида испытания, массивности конструкции или наличия инструментов, способных обеспечить извлечение образцов и целостность исследуемого объекта. Размер проб должен выбираться с учетом максимальной крупности заполнителя.

На основе материала статьи можно сделать следующие выводы:
для анализа состояния железобетонных конструкций, в зависимости от целей обследования, могут быть использованы как разрушающие так и неразрушающие методы обследования;
при выборе метода обследования предпочтение следует отдавать неразрушающим методам – современным средствам диагностики;
для оценки коррозионного состояния стальной арматуры могут использоваться неразрушающие методы обследования.

1.Чернявский В.Л., Болотских О.Н. Оценка коррозионного состояния и прогнозирование срока службы эксплуатирующихся железобетонных конструкций // Ватерпас/ – 2003. – № 44. – С. 44-48.

2.Савиловский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий. – Харьков: Ватерпас, 1999. – 287 с.

УДК 624.072.2.012.35 : 539.374

А.М.ПАВЛІКОВ, професор

*Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка***РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ ПОЗДОВЖНЬОЇ АРМАТУРИ
З УРАХУВАННЯМ НЕПРУЖНИХ ДЕФОРМАЦІЙ БЕТОНУ В ЗАДАЧАХ
ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

На прикладі застосування діаграм стану бетону за даними ЄКБ-ФІП і сталі для відповідного класу арматури отримані розрахункові формули визначення площі поздовжньої робочої арматури в елементах залізобетонних конструкцій (ЗБК). За критерій кількості арматури прийнята умова її мінімуму, як функції поздовжньої деформації бетону залізобетонного елемента (ЗБЕ). Запропоновані формули ґрунтуються на основних рівняннях механіки деформованого твердого тіла і екстремального критерію руйнування ЗБЕ [5].

Дослідженню і застосуванню у розрахунках міцності ЗБЕ реальних діаграм деформування матеріалів присвячено багато робіт, наприклад [1, 2, 8], але всі вони ґрунтуються на використанні поняття експериментального критерію руйнування. Цим самим ототожнюються поняття граничних значень деформацій бетону в бетонних і ЗБЕ і тим самим звужуються можливості повного використання матеріалів. В той же час існують інші роботи, які стверджують, що граничні значення деформацій бетону в ЗБЕ відрізняються від граничних значень деформацій бетону в бетонних елементах [7, 9]. Такі роботи свідчать на користь того, що розробка методики розрахунку граничних значень деформацій бетону в ЗБЕ є актуальною задачею. Підхід до розв'язання такої задачі вперше був гіпотетично вказаний німецьким вченим Г.Рюшем. Зокрема, в [1] він показав, що максимальний згинальний момент виникає при величині деформацій бетону менших її найбільшого можливого значення. Тобто з цього можна зробити висновок, що граничне значення руйнівного зусилля функціонально зв'язане з величиною деформацій і має екстремум. Практично ця задача була розв'язана в [4], а остаточно для розв'язання таких задач було сформульовано екстремальний критерій руйнування в [5]. Але у відмічених роботах шлях до розв'язання задач на визначення необхідної кількості арматури із застосуванням діаграм стану бетону з низхідною гілкою так і не був вказаний.

Пропозиції щодо визначення площі арматури A_s в основному зводяться до розв'язання рівнянь рівноваги внутрішніх і зовнішніх зусиль в нормальних перерізах для граничного стану елемента при його руй-